

— 7 —

**INCIDENCIA DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN
EL MEDIO MARINO**

*Por Dña. Carmen Bautista Parejo.
Doctora en Ciencias Biológicas y Abogada especialista
en Derecho Ambiental.*

Dña. Carmen Bautista Parejo.
Doctora en Ciencias Biológicas
y Abogada especialista en Derecho Ambiental.

Dra. En Ciencias Biológicas.
Abogada Medioambientalista.
Profesora de Ecología Universidad Complutense de Madrid.
Ex-decana Facultad Biológicas U.C.M.
9 Libros publicados sobre Medio Ambiente, pesca y acuicultura.
Asesora en temas medioambientales de varias empresas multinacionales.
Presidenta de la Fundación Socialdemócrata Española.
Patrona de la Fundación Philippe Cousteau.

7 · INCIDENCIA DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL MEDIO MARINO

Por Dña. Carmen Bautista Parejo.
Doctora en Ciencias Biológicas y Abogada especialista
en Derecho Ambiental.

1. CAMBIO CLIMÁTICO: EFECTOS EN EL MAR

El Protocolo de Kyoto es el instrumento más importante destinado a la lucha contra el cambio climático. Contiene el compromiso asumido por la mayoría de los países industrializados de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) como responsables del calentamiento del planeta.

En España, las emisiones de CO₂, que son el principal responsable del efecto invernadero, están aumentando de forma continuada. En el 2006 el incremento superaba el 50%, muy por encima del 15% de incremento exigido a España sobre la base del año 1990 para cumplir con Kyoto. El mayor responsable es el sector del transporte.

Los océanos y los mares son fundamentales para los patrones climáticos y meteorológicos y a la vez muy sensibles ante las variaciones climáticas. Los Océanos actúan como reguladores del clima de forma directa por transferencia de calor como ocurre con la corriente del Golfo, o de forma indirecta absorbiendo CO₂. Las zonas costeras se ven también afectadas por las actividades humanas.

La Región Ártica ha sufrido un incremento de 3°C en los últimos 50 años. Un aumento de la temperatura y del nivel del mar en la

región ártica tiene repercusión en todo el planeta. Se considera a dicha región como el centro estratégico de la lucha contra el cambio climático.

El Panel Internacional sobre Cambio Climático (IPCC) prevé una subida del nivel medio global del mar y una ralentización de la corriente del golfo durante este siglo, que incidirá en los puertos e infraestructuras costeras, en el turismo y en la abundancia y distribución de las especies marinas y con consecuencias para el sector de la pesca.

El aumento de CO₂ en el Océano provocaría una acidificación que afectaría a los arrecifes de coral y a los ecosistemas marinos en general, alterándose la cadena alimentaria marina.

El sector del transporte marítimo representa una de las grandes fuentes de contaminación atmosférica. El principal GEI, emitido por los buques es el CO₂. En el año 2000 las emisiones de CO₂ en los océanos y mares de la UE llegaron a alcanzar los 157 millones de toneladas, muy superior a las emisiones procedentes de la aviación en el espacio aéreo de la UE. En cuanto a las emisiones de los óxidos de nitrógeno (NOX) procedentes de la navegación se prevé que supere para el 2020 a las emisiones de todas las fuentes terrestres existentes.

La solución está en las nuevas tecnologías marinas para captación de carbono o en las instalaciones marinas para resistir los impactos provocados por condiciones meteorológicas extremas.

Puesto que nos encontramos ante repercusiones inevitables, es necesario adoptar estrategias de adaptación que permitan gestionar los riesgos para las infraestructuras costeras y marinas organizando una defensa del mar y una protección de los ecosistemas marinos que soportan las actividades marítimas y los riesgos derivados de actividades ilegales.

El Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC), encuadrado en el Marco Internacional de Referencia de Adaptación

al Cambio Climático y los Programas Europeo e Iberoamericano de adaptación al cambio climático, destacan, entre otros impactos: el generado en las zonas costeras con incidencia en el sector turístico, mencionando especialmente a los ecosistemas marinos, al sector pesquero y la biodiversidad, sin olvidar los riesgos naturales de origen climático. Ello induce al conocimiento de la identificación de zonas vulnerables y a sus repercusiones en otros sectores y ecosistemas a pesar de no ser suficiente la información disponible respecto al cambio climático y sus efectos, en lo que corresponde a sus efectos sobre océanos y costa, que se encuentran en un mayor nivel de conocimiento.

Las masas de agua tienen más inercia frente a las modificaciones de cualquier tipo. La alteración de las corrientes marinas puede impulsar cambios en los ecosistemas marinos y en la distribución de sus componentes bióticos y abióticos. El efecto más preocupante es la elevación del nivel del mar a causa de sus efectos en tierra. Otro de los efectos de alcance es el relacionado con el enfriamiento de las regiones de aguas cálidas.

La incidencia climática podría modificar todos los elementos que controlan la distribución y abundancia de los organismos marinos y de las poblaciones de peces, por lo que se vería afectada la actividad pesquera. En este sentido, las variaciones observadas en el bacalao del Mar del Norte se atribuyen en los últimos 10 años, a una combinación de la sobre pesca junto con la elevación de la temperatura. Por otra parte, el enfriamiento anómalo de las aguas superficiales del Noroeste atlántico ha alterado la composición de las especies pesqueras en la plataforma de Terranova. La vida en el mar en las aguas superficiales, se puede ver afectada a causa de la reducción de la capa de ozono que permite un aumento de la radiación ultravioleta, interfiriendo en el proceso de la fotosíntesis y por tanto, en el crecimiento y reproducción de algunas especies marinas. Las áreas polares son más afectadas a causa del adelgazamiento de la capa de hielo y verse alterada la productividad del fitoplancton y plantas marinas de las que depende la cadena trófica marina.

Los cambios que se pronostican para el actual siglo se refieren a los

valores medios de la productividad marina, a un descenso del pH de las aguas y, a una mayor estratificación de las aguas que impediría la llegada de nutrientes desde las aguas profundas a las zonas iluminadas.

Los ecosistemas marinos más afectados son las zonas húmedas que constituyen un conjunto de espacios caracterizados por un almacenamiento irregular de masas de agua más o menos extensa y poco profundas que incluye a las bahías.

Los ecosistemas costeros como son los atolones, arrecifes de coral, marismas de agua salada y manglares se verán afectadas.

Los manglares y marismas que actúan como criaderos de muchas especies de peces, moluscos y crustáceos, sirviendo de refugio a las aves y a otras especies marinas y, protegiendo la costa contra la erosión, marejadas, tormentas y huracanes, ya están en peligro a causa del drenaje de sus aguas, descarga de contaminantes, derrames de petróleo y sobreexplotación y, tenderían a desaparecer por los efectos del cambio climático.

Los arrecifes de coral, a causa de la elevación de la temperatura y el aumento de CO₂ sufrirían el “blanqueo de los corales” ya que su capacidad para la generación de calcio se vería disminuida. Estos ecosistemas ya están amenazados por ciertas prácticas destructivas de la pesca, como es la pesca de arrastre de fondo, el desarrollo urbano, industrial y turístico, los problemas demográficos, y la falta de recursos y de políticas para la protección de los arrecifes.

Los corales se componen de muchos individuos, los pólipos, que viven en simbiosis con algas unicelulares, las zooxantelas. Estas algas, en presencia de luz producen hidratos de carbono y proteínas que es fuente de alimentación para los pólipos. A cambio reciben a través del metabolismo de los corales, componentes de amonio y fosfato como nutrientes. Si la temperatura se eleva mueren las algas y a continuación los pólipos de los corales quedando estos reducidos a un esqueleto calcáreo blanquecino. Esta situación tendría consecuencias nefastas para las pesquerías costeras. Los arrecifes cum-

plen importantes funciones que son vitales para la pesca y representan además un atractivo turístico, contribuyen a la formación de playas de arena blanca, y son también como otros invertebrados marinos fuente de productos activos en la medicina para tratamientos cardíacos, anticancerígenos, antiinflamatorios, antimicrobiales y antivirales.

Los efectos adversos en las praderas de fanerógamas serían debidos al incremento de la temperatura, al aumento de la profundidad de las aguas y, a los aportes de sedimentos, lo que incidiría en las poblaciones de peces que dependen de este ecosistema.

Las islas pequeñas serán las más afectadas por ser más vulnerables a las variaciones del nivel del mar.

Respecto al gobierno y gestión de los mares y océanos existen dos circunstancias relevantes. Las aguas marinas de jurisdicción nacional deben ser gestionadas y controladas por los Estados, careciendo muchos de ellos de los medios adecuados a causa de su bajo nivel de desarrollo. En los espacios comunes oceánicos, falta la gestión y el control, a pesar de estar integrados en un sistema de relaciones internacionales, quedando reducidas las iniciativas políticas y legislativas a una simple declaración de intenciones sin capacidad de ejecución ni de la aplicación de controles.

Las naciones con alto nivel de desarrollo han basado sus estrategias en la seguridad, tecnología y política respecto al acceso a fuentes de energía, explotación de nuevos recursos de los fondos oceánicos y al liderazgo oceánico.

A nivel mundial, y en relación con la pesca, los problemas se fundamentan en: un nuevo orden oceánico, la sostenibilidad y, en la producción de productos pesqueros orientada hacia las necesidades alimentarias.

Respecto a las variaciones que sufra el nivel del mar, estas estarán influidas por los cambios en la salinidad, la acción de los vientos y la circulación de los océanos. Los glaciares han contribuido al ascenso del nivel del mar desde 1961 al 2003 con 0,53 mm/año. Hay que

tener presente que la subida del nivel del mar no será uniforme en todas las costas del planeta y por tanto los impactos negativos sobre los litorales serán diferentes.

La reducción de la capa de hielo aumentará el transporte marítimo, con todo lo que ello supone respecto al aumento de las emisiones. Se prevé que para el 2100 la subida del nivel del mar oscilará entre 9 y 88 centímetros de media.

Las playas, deltas y marismas se verán inundadas con la consiguiente pérdida de dunas y de barreras arenosas. Las tormentas marinas y los huracanes penetrarán más hacia el interior y provocarán cambios en la climatología local.

Los estudios aportados por los mareógrafos indican que el ritmo de aumento del nivel medio del mar en el mundo y durante el siglo XX ha variado entre 1 y 2 mm/año. La duda surge al haberse registrado tanto los cambios en el nivel del mar como los movimientos verticales de la tierra. Las zonas más afectadas serán aquellas en que las poblaciones viven a menos de un metro sobre el nivel del mar y las que habitan en tierras bajas o en deltas de ríos.

Otro de los efectos previstos es la salinización de los acuíferos de agua dulce. Esta situación se verá favorecida por los procesos de hundimiento en las zonas de deltas a causa de ciertas actuaciones humanas como serían: la retirada de aguas superficiales y, el drenaje de suelos de zonas húmedas.

Las inundaciones marítimas generadas por el aumento del nivel del mar derivado de las tormentas, de los huracanes, de la expansión térmica de los océanos, del aumento de las temperaturas y los tsunamis, generan grandes pérdidas humanas y económicas, causando además importantes procesos erosivos del litoral e interrumpiendo los procesos de regeneración de playas y costas y, causando la desaparición de la arena de las playas y la destrucción de dunas.

La lucha contra la subida del nivel del mar implica la construcción de obras de defensa que impidan el retroceso de la línea de costa. Dentro de las medidas a adoptar está la regeneración de playas

mediante aportes artificiales de arena, solución esta perjudicial para los ecosistemas marinos, o la construcción de muros de contención, espigones y diques siempre que sea posible.

Existe un proyecto en los Países Bajos que consiste en la instalación de unas compuertas articuladas como barreras que permite el cierre ante la subida del nivel del mar. Este sistema para que sea eficaz dependerá de su altura, fuerza de las tormentas y otros muchos factores para que pueda permitir un aislamiento.

La dimensión ambiental de los océanos se ha puesto de manifiesto a través del declive de las pesquerías.

El declive de la mayoría de los recursos explotados es una situación que corresponde a las políticas de pesca respecto a las reformas necesarias de los sistemas de gestión.

En un informe de la FAO, (de la década de los 90) ya se indicaba que el 6 por ciento de los recursos pesqueros más importantes y correspondientes a unas 200 especies, se encontraban sobreexplotadas.

El estado de los recursos es diferente en las distintas zonas y regiones marítimas. Mientras que en el Océano Atlántico se han alcanzado unos niveles máximos de producción, en el Océano Índico y parte del Pacífico todavía existe un potencial de crecimiento. La actividad pesquera ha ido en aumento y ha conducido a la sobreexplotación de muchas especies y, en consecuencia, se ha producido un descenso de los niveles tróficos. Al reducirse la biomasa por el incremento de las capturas marinas, no se compensa el crecimiento de las poblaciones. Es también un hecho importante digno de tomar en consideración que se desconoce el estado en el que se encuentran muchas especies, según indica la FAO en el año 2000.

Los fondos marinos constituyen el ecosistema más amplio del Planeta y casi en su totalidad están situados fuera de la jurisdicción nacional de los Estados. Albergan una gran diversidad biológica y se estima que la salud del bioma marino se ha visto reducida en los últimos 30 años en un 30 por ciento.

La presión que se ha ejercido sobre las poblaciones junto con los avances tecnológicos, han extendido los impactos negativos desde el litoral hasta alta mar y las profundidades marinas. El impacto de la contaminación tanto procedente de la tierra como la contaminación difusa han contribuido en gran medida al deterioro de los ecosistemas marinos y a la pérdida de biodiversidad.

El cambio climático aparece como una gran amenaza para la biodiversidad de los fondos oceánicos debido a los cambios de temperatura, contenido de oxígeno y patrones de productividad que alteran la distribución de la fauna de los fondos. A ello hay que añadir que el aumento de la acidificación de las masas de agua afecta al contenido de calcio y por consiguiente a los arrecifes de coral y al esqueleto de otros animales.

Los océanos, por otra parte tienen, una gran capacidad de absorción de calor, mucho más elevada que la atmósfera y una inercia que provoca que una vez iniciado el calentamiento, este será irreversible durante mucho tiempo.

Las corrientes marinas se pueden alterar y producirse cambios en los ecosistemas marinos y en su distribución global, pero a su vez se pueden producir modificaciones climáticas de gran alcance, como sería el enfriamiento de la corriente del Golfo que induciría el enfriamiento de regiones cálidas y también se verían modificadas la distribución y abundancia de los organismos marinos al alterarse los elementos bióticos y abióticos. Se puede decir que los efectos del calentamiento global agudizarían los problemas ya existentes.

En general la protección de las especies y áreas marinas debe ajustarse a lo establecido en el Convenio sobre Diversidad Biológica y debe:

- Establecer un sistema de áreas protegidas en las que sea necesario adoptar medidas especiales de conservación.
- Elaborar directrices para la selección, establecimiento y ordenación de las áreas protegidas.
- Reglamentar la gestión de los recursos biológicos importantes para la conservación de la biodiversidad dentro y fuera de las áreas protegidas.

- Promover un desarrollo ambientalmente adecuado y sostenible en las zonas adyacentes a las áreas protegidas.
- Controlar la contaminación.

Los efectos y repercusiones del cambio climático en la pesca serían:

- Aumento del nivel medio del mar por dilatación térmica, deshielo, desaparición del permafrost y depósito de sedimentos en fondos marinos, junto con la desaparición de humedales, marismas y playas.
- Alteraciones de la biomasa del plancton con eclosiones primaverales más intensas y de mayor duración, cambios biológicos en la composición del plancton modificando la productividad y distribución de pesquerías.
- Alteraciones en los ciclos biológicos y rutas migratorias de las pesquerías estacionales.
- Modificaciones en la composición de las especies y cadenas tróficas marinas, y posibilitar la introducción de especies de aguas más cálidas en zonas donde no existían.

ESTRATEGIAS

Es necesario establecer medidas y estrategias que permitan desarrollar modelos de respuesta ante los efectos derivados del cambio climático. Estos modelos deberán tener un conocimiento previo de la vulnerabilidad de las costas ante el ascenso del nivel medio del mar y de los factores relacionados con la estabilidad del litoral, con especial consideración a las descargas y aportes sólidos de los ríos que causan una falta de sedimentos. La afección que los ascensos del nivel del mar ejercen sobre los centros urbanos y sus correspondientes sistemas de saneamientos, así como sobre las infraestructuras.

Respecto a los ecosistemas marinos hay que realizar una evaluación de la vulnerabilidad de la biodiversidad, de las redes de áreas marinas protegidas incluyendo las especies marinas amenazadas, especies invasoras y especies marinas objeto de pesquerías de interés comercial frente a los efectos del cambio climático.

La capacidad de carga de los ecosistemas y evaluación sobre la diná-

mica de poblaciones de fitoplancton de carácter tóxico han de ser sometidas a estudio y adopción de soluciones que impidan los efectos del cambio climático.

Los océanos y mares deben ser objeto de aprovechamiento como es la captura y almacenamiento de CO₂ y la instalación de pequeñas plantas de generación de energía en el mar y costas que mejoren el abastecimiento a zonas y núcleos sin fácil acceso a las grandes infraestructuras de abastecimiento energético.

Evidentemente todas las actuaciones indicadas deberán estar contempladas y reguladas a través de los correspondientes Planes de Ordenación del espacio marítimo.

Las estrategias a adoptar han de ser regionales en función de las zonas y actividades marinas existentes, y de los costes sociales y económicos.

Tomar conciencia del problema global del cambio climático significa:

- Establecer una correcta planificación y gestión de los distintos sectores socioeconómicos y sistemas ecológicos.
- Proporcionar asistencia a las Administraciones y Organizaciones públicas y privadas con el fin de evaluar los impactos que ocasionaría el cambio climático.
- Promover procesos de participación que conduzcan a la selección de las mejores opciones de adaptación al cambio climático.
- Cumplir y desarrollar los compromisos internacionales adquiridos.

Las estrategias deben ir encaminadas a:

- 1 - Una evaluación cualitativa y cuantitativa de la vulnerabilidad de las zonas costeras.*
- 2 - La mitigación de los efectos del cambio climático mediante actuaciones indirectas*
- 3 - La acomodación y protección de los efectos climáticos.*

1. La evaluación cualitativa y cuantitativa supone:

- La realización de mapas basados en el índice de vulnerabilidad en zonas piloto litorales.

- La revisión del Dominio Público Marítimo Terrestre con el trazado de nuevos deslindes teniendo en cuenta los efectos potenciales del cambio climático.
- El establecimiento de zonas de riesgo.
- La creación de una base de datos integrada en un SIG para gestión de la costa.
- La concienciación social de la problemática y puesta en marcha de programas de Educación ambiental.

2. Las estrategias encaminadas a mitigar los efectos del cambio climático mediante actuaciones indirectas supone:

- Evitar o minimizar cualquier actuación tendente a desestabilizar la línea de costa.
- Favorecer actuaciones que conduzcan a la estabilidad de playas y dunas.
- Rehabilitar y controlar el transporte de sedimentos en zonas de erosión.

3. La aplicación de estrategias de acomodo y protección supone:

- Implementar la gestión integral costera considerando el cambio climático.
- Ordenar el territorio modificando los usos, las normas de edificación en zonas vulnerables y la protección de los ecosistemas en peligro.
- Diseñar nuevas infraestructuras costeras teniendo en cuenta el cambio climático y evaluar las existentes en zonas vulnerables.
- Determinar opciones de protección y realización de estudios de impacto ambiental en las zonas a proteger y zonas adyacentes.